

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 719 545

BH

⑫ N° d'enregistrement national :

94 05574

⑬ Int Cl<sup>6</sup> : B 63 B 3/04, 3/62

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 06.05.94.

⑯ Priorité :

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 10.11.95 Bulletin 95/45.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : BUFFET Denis Ernest Célestin — FR.

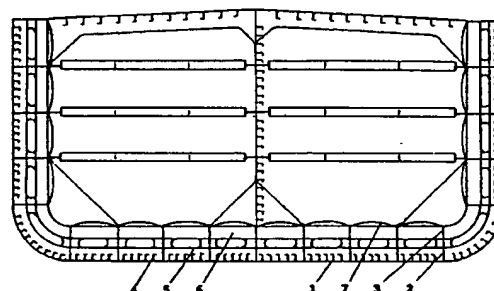
⑵ Inventeur(s) : BUFFET Denis Ernest Célestin.

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire :

⑸ Double coque allégée pour navire et sa méthode économique de fabrication.

⑹ L'invention concerne les navires à double coque comprenant, une coque extérieure (1) et une coque intérieure (7) liées par une structure principale comportant des raidisseurs (2) et (3) longitudinaux et transversaux (5) et (6). Entre les raidisseurs principaux les coques extérieure et intérieure sont habituellement raidies localement par des renforts secondaires (4). L'invention consiste à remplacer, en totalité ou partiellement, ces renforts secondaires par une mise en forme des tôles de coque suivant un profil conçu pour résister à la pression hydrostatique. Contrairement aux méthodes connues qui utilisent des tôles préformées avant assemblage, la mise en forme des tôles selon l'invention, intervient après assemblage des coques pour éviter les difficultés d'accostage des pièces déformées avant soudage. Il est aussi décrit des profils de coque préférés de l'invention car ils associent une facilité de réalisation et une bonne résistance à la pression hydrostatique.



FR 2 719 545 - A1



La présente invention concerne, des navires à double coque tels que les pétroliers ou les navires spécialisés dans le transport de matières dangereuses pour l'environnement et plus particulièrement la conception et la construction de la dite double coque. Sont principalement concernées, les double coques constituées d'une coque intérieure et d'une coque extérieure sensiblement plates et parallèles comme décrites dans la demande de brevet d'invention français N°93 01651 par exemple. Généralement les tôles des coques intérieure et extérieure sont raidies par des renforts constituant une structure principale maillée et, entre chaque maille, par une structure secondaire s'appuyant sur la structure principale. La présente invention porte précisément sur ce renforcement secondaire. Dans la demande de brevet d'invention citée précédemment, la structure secondaire a été occultée pour la clarté de l'exposé car n'étant pas l'objet de l'invention. Mais comme pour une coque classique les tôles peuvent être avantageusement remplacées par des tôles plus fines, raidies.

Actuellement il existe deux techniques pour raidir les tôles de coque entre les renforts principaux. La première, la plus répandue, consiste à souder sur la coque un réseau de petits renforts secondaires. Cette technique a l'inconvénient d'augmenter le nombre de pièces à souder, les temps de fabrication et le poids de la coque.

Une autre technique consiste à utiliser des tôles préformées, par exemple des tôles cintrées comme décrites dans le brevet européen N°0 507 034 A1 (METRO MACHINE CORPORATION). Cette technique est attractive car elle diminue le nombre de pièces et le poids de la coque, mais elle connaît des difficultés de réalisation. En effet après la mise en forme des tôles, la précision

géométrique des pièces est médiocre car tributaire de l'élasticité du métal et de la relaxation thermique des contraintes au cours du soudage. Les efforts d'accostage et de maintien des pièces sont par conséquent très élevés, ce qui implique une grande rigidité des montages de soudage. Cette contrainte est difficilement compatible avec les grandes dimensions des ouvrages même au stade de la préfabrication des sous-ensembles. L'invention proposée se rapproche de cette deuxième technique quand au résultat sans en avoir les difficultés en cours de réalisation.

Dans une première phase, la réalisation de la double coque selon l'invention, ne diffère pas d'une construction classique à partir de tôles planes. Les méthodes décrites, par exemple dans la demande de brevet français N°93 01651 ou le brevet Japonais N°5-270479, permettent de construire des sous-ensembles appelés blocs à double coque comprenant une coque intérieure plane et une coque extérieure plane liées par des éléments structuraux. On bénéficie ainsi de la facilité d'accostage et de soudage des tôles planes comme dans les méthodes classiques. Par contre pour bénéficier de l'augmentation de résistance à la pression hydrostatique des tôles formées, les tôles sont mises en forme dans une seconde phase après l'assemblage de la coque intérieure et de la coque extérieure sur le bloc.

Bien entendu les efforts pour former les tôles de coque sont importants et, compte tenu des dimensions des blocs, un outillage de presse classique serait très coûteux. Le procédé de mise en forme, selon l'invention, n'a pas cet inconvénient. En effet il consiste à écarter, dans chaque maille, des outils de forme entre les coques intérieure et extérieure, ce qui a pour intérêt d'équilibrer les efforts, de ne pas nécessiter des structures porteuses importantes et de limiter les dimensions de l'outillage. De plus l'effort d'écartement est choisi inférieur aux poussées hydrostatiques exercées sur la maille considérée par l'eau ou la cargaison en

cours d'exploitation du navire. Cette précaution évite le renforcement de la structure principale liant les deux coques du fait des efforts pour la mise en forme. Pour obtenir cependant la déformation des tôles, l'outil de  
5 forme a une surface de contact réduite avec la coque et concentre les contraintes dans la zone à déformer. La forme est aussi choisie en fonction de l'effort nécessaire et de manière à éviter une déformation d'ensemble du bloc. Plusieurs formes sont envisageables  
10 mais la forme préférée de l'invention consiste à renforcer les tôles de coque par quatre nervures suivant les diagonales des mailles sans toutefois atteindre la zone centrale, ni les noeuds de la structure principale. Bien entendu on peut vouloir ne pas déformer une des deux  
15 coques par exemple la coque extérieure pour ne pas affecter la traînée du navire. Il suffit alors d'augmenter la surface de contact de l'outil de forme du coté à ne pas déformer pour lui faire jouer le rôle d'une plaque de répartition de charges.

20           Afin d'illustrer l'invention des dessins annexés décrivent ci-après des modes et des procédés de réalisation de l'invention à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels:

- La figure 1 est une perspective cavalière, en coupe  
25 partielle, d'un morceau de double coque intégrant une coque intérieure formée selon un mode particulier de réalisation de l'invention.
- La figure 2 est une variante possible de la double coque représentée à la figure 1 plus particulièrement  
30 adaptée à la construction transversale.
- La figure 3 est une perspective cavalière, en coupe partielle, d'un morceau de double coque intégrant une coque intérieure et une coque extérieure formées selon un mode particulier de réalisation de l'invention.
- 35 - La figure 4 montre en vue de dessus une maille de coque raidie par quatre nervures selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

- La figure 4 bis est une vue en coupe du sommet d'une maille de coque illustrant, avec l'aide d'un diagramme et d'un graphe des efforts, la formation des nervures sur la coque.
- 5 - La figure 4 ter présente le graphe de l'allongement des tôles en fonction de la distance au bord de la maille.
- La figure 5 montre une presse pour la mise en forme d'une coque dans un mode de réalisation préféré de l'invention.
- 10 - La figure 6 illustre l'adaptation de la presse décrite à la figure 5 au travail en position verticale.
- La figure 7 montre la presse représentée à la figure 5 circulant horizontalement dans l'espace intercoque.
- La figure 8, montre la presse représentée à la figure 6  
15 circulant verticalement dans l'espace intercoque.
- La figure 9 décrit un mode particulier de liaison des blocs, après assemblage, dont une coque au moins est formée.
- La figure 10 décrit un procédé préféré de l'invention  
20 pour former les coques après l'assemblage général des blocs.
- La figure 11 montre, en coupe transversale, la double coque et les citernes d'un navire selon un premier mode de réalisation de l'invention.
- 25 - La figure 12 montre, en coupe transversale, la double coque et les citernes d'un navire selon un second mode de réalisation de l'invention.

En se référant à la figure 1, celle-ci représente en  
30 perspective cavalière, un morceau de la double coque d'un navire ayant, à titre d'exemple, une coque extérieure (1) raidie par des renforts principaux (2), (3), (5) et (6) et par des renforts secondaires (4). La coque intérieure (7) est raidie par les renforts  
35 principaux ci-dessus (2), (3), (5) et (6) et entre ces renforts, par une forme particulière des tôles ici représentée avec quatre nervures (8), (9), (10) et (11).

En se référant à la figure 2, celle-ci est identique à la figure 1 sauf que les renforts secondaires (4) de la coque extérieure (1) sont, à titre d'exemple, transversaux.

5

En se référant à la figure 3, celle-ci est identique à la figure 1 sauf que les renforts secondaires de la coque extérieure (1) sont, comme pour la coque intérieure (7), remplacés par des déformations de la coque entre les  
10 raidisseurs principaux ici représentées par quatre nervures (12), (13), (14) et (15).

En se référant à la figure 4, celle-ci représente, en vue de dessus et en coupe partielle, une maille d'une  
15 double coque dont la coque intérieure (1) a été formée avec quatre nervures (8), (9), (10) et (11), suivant les diagonales de la maille. Ces nervures ont la particularité de ne pas atteindre les zones des noeuds de la structure principale (16), (17), (18) et (19)  
20 difficilement déformables et de ne pas atteindre le centre de la maille (20) pour des raisons que nous verrons ultérieurement.

En se référant à la figure 4 bis, celle-ci  
25 représente en coupe AA la formation d'une nervure sous la pression d'un couteau (21). Le trait en pointillé (22) représente la position extrême du couteau et de la tôle de coque, le trait plein représente la forme résiduelle de la tôle de coque (7) après déformation. Le diagramme  
30 associé montre la décomposition des efforts mis en jeu. Ainsi T, effort de traction dans la tôle, est pour une maille carrée égale à  $(P \cdot l/4)/h$  si h reste petit, h étant la hauteur d'enfoncement du couteau, l la distance entre les renforts principaux dans une section droite et  
35 P la poussée du vérin. Pour h petit, T est très grand (fonction hyperbolique) ce qui permet l'allongement et la déformation de la tôle pour un effort P modéré. Les sections droites étant homotétiques, de centre le sommet

de la maille, les résultats ci-dessus sont conservés tout le long de la nervure. le graphique associé montre l'évolution de T en fonction de h. La droite (t,u) représente la déformation élastique. L'horizontale (u,v) 5 représente la limite de T à la déformation plastique. L'hyperbole (w,z) représente la limite de l'effort de traction dans la tôle vue ci-dessus.

En se référant à la figure 4 ter, celle-ci 10 représente l'allongement (a) de la tôle de coque sur le segment (E,F, fig 4) en fonction de la distance (x, fig 4) au bord de la maille. On peut en effet démontrer que cet allongement est, en première approximation, proportionnel à la distance du point considéré au sommet 15 de la maille. Or pour limiter les déformations résiduelles de l'ensemble de la maille, on a intérêt à limiter les allongements locaux, d'où l'idée de ne pas nervurer le centre de la maille qui a les allongements les plus grands. De plus, dans cette région, les poussées 20 des vérins seraient reprises par les raidisseurs principaux dans leur zone de résistance la plus faible ce qui ferait craindre des ruptures lors de la mise en forme. Le bombé résiduel du centre de la maille est d'ailleurs suffisant pour augmenter considérablement la 25 résistance de la coque aux efforts de pression hydrostatique dans cette région.

En se référant à la figure 5, celle-ci représente, en perspective cavalière, un exemple de réalisation d'une 30 presse pour former les coques intérieure et extérieure après leur assemblage. Cette presse est constituée principalement par une structure tubulaire (23), quatre vérins principaux (24), (25), (26) et (27) poussant deux plaques de répartition de charges (28) et (29), une 35 centrale hydraulique (30) fournissant l'huile sous pression aux vérins et aux différents organes de motorisation, des guides de centrage (31), (32), (33) et (34), des outils de formages (35), (36), (37) et (38) ici



en forme de couteaux. La presse est installée sur un chariot (45) à roues motorisées (46), (47), (48) et (49) guidées par les renforts principaux (5) et (6) de la double coque comme décrit dans la demande de brevet d'invention français N° 9301651. Les guides (39) et (40), permettent à la presse de s'écarter du chariot tout en restant guidée. L'alimentation électrique et la télécommande de l'ensemble sont réalisées par des moyens connus. Les quatre couteaux sont articulés suivant l'axe des vérins principaux, pour remettre les couteaux dans l'axe de roulement du chariot au moment de ses déplacements grâce à des vérins secondaires et des dispositifs associés (41), (42), (43) et (44). Un autre axe d'articulation perpendiculaire à l'axe des vérins principaux permet aux couteaux de suivre les inclinaisons des tôles de coque au cours de leur mise en forme. Ces deux axes d'articulation peuvent être éventuellement remplacés par une rotule.

L'ensemble fonctionne ainsi. La presse, verins principaux rentrés, couteaux dans l'axe de déplacement du chariot, est amenée jusqu'à la maille de la coque à former. Les couteaux sont mis en position parallèlement aux diagonales de la maille, les vérins principaux poussent ensuite les plaques de répartition de charges contre la coque extérieure (1) et les couteaux contre la coque intérieure. Des cales sont insérées, si nécessaire, entre la coque extérieure et les plaques de répartition de charges pour soulager les renforts secondaires (4). Les guides de centrage positionnent la presse par rapport aux renforts longitudinaux de la coque intérieure en même temps qu'ils les consolident pendant la mise en forme, (surtout pour les mailles d'extrémité de blocs qui sont plus faibles). On poursuit la montée en pression des vérins principaux jusqu'à la déformation des tôles de la coque intérieure. Le contrôle de la déformation peut faire appel à des dispositifs connus de mesure du déplacement relatif des couteaux par rapport aux plaques de répartition de charges ou des mesures de la pression

hydraulique dans les vérins. Les vérins principaux et les couteaux sont ensuite ramenés dans leur position de départ pour permettre le déplacement du chariot vers une nouvelle maille à former. Des couteaux d'une longueur d'environ le tiers de la longueur de la maille est un bon compromis. Dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, l'outillage de forme est monté sur la structure liant les corps des vérins principaux alors que la ou les plaques de répartition de charges sont liées aux tiges des mêmes vérins.

En se référant à la figure 6, la figure est identique à la figure 5 sauf que l'ensemble est conçu pour pouvoir travailler verticalement, pendu au crochet d'un moyen de levage. En effet la presse et le chariot sont, liés par 3 vérins secondaires (50), (51) et (52) permettant d'écarter la presse de son chariot. L'ensemble est retenu par le câble (53) d'un moyen de levage connu tel qu'une grue. A noter aussi sur la figure une plaque de répartition de charges unique (54) en forme de X à titre de variante possible. Bien entendu le groupe hydraulique (30) dispose d'une bêche à huile sous pression pour pouvoir fonctionner dans différentes positions. Le fonctionnement de la presse ne diffère pas du fonctionnement décrit précédemment à la figure 5 sauf que la presse est écartée du chariot par les vérins (50), (51) et (52) avant la mise en action des vérins principaux.

En se référant à la figure 7, Celle-ci représente la presse (55) et le chariot (45) au cours d'un déplacement horizontal dans un espace intercoque du type de la figure 1 avec, une coque extérieure (1) raidie par des renforts principaux (2), (3), (5) et (6) et par les renforts secondaires (4).

En se référant à la figure 8, Celle-ci représente la presse (55) et le chariot (45) au cours d'un déplacement vertical dans un espace intercoque du type de la figure 2 avec une coque extérieure (1) raidie par des renforts principaux (2), (3), (5) et (6) et par les renforts secondaires (4).

En se référant à la figure 9, Celle-ci représente en

coupe, un mode de liaison de deux blocs préfabriqués (56) et (57). La soudure de liaison (ligne G,H) est faite de préférence sur des mailles non formées pour éviter les difficultés d'accostage des pièces au soudage. Elle se situe, de préférence, vers le milieu de la maille. Les efforts de traction dans les tôles de coque à la mise en forme des mailles contigües sont ainsi repris par une large section de coque pour ne pas induire une déformation du joint à souder. Le renforcement secondaire local de la coque extérieure (7) pourra être fait de façon traditionnelle par des renforts secondaires tels que (4).

En se référant à la figure 10, celle-ci représente une méthode de construction alternative permettant de s'affranchir des mailles non formées de liaison des blocs telles que décrites à la figure 9 précédente. En effet les opérations de mise en forme de ou des coques ne débutent qu'après l'assemblage classique des blocs selon des techniques connues. Les opérations de soudage des blocs ne sont pas affectées par des déformations dues au formage de ou des coques car exécutées avant. La figure représente la coupe transversale d'un navire à double coque, avec la coque extérieure (1) et la coque intérieure (7) avant sa mise en forme. Pour la mise en forme la presse et son chariot (58) est introduite verticalement par la grue (59) dans l'espace intercoque. Nous avons vu figure 6 comment la presse et son chariot étaient adaptés au travail en position verticale et à la figure 5 comment les tôles étaient mise en forme . Après la mise en forme des mailles verticales, la presse et son chariot sont avancés jusqu'à la position horizontale (59) dans l'espace intercoque du fond du navire. Dans cette partie horizontale, le chariot utilise sa motorisation comme décrit dans la demande de brevet d'invention français N°9301651 en roulant sur les renforts transversaux (5) et (6) et en évitant les entretoises de liaison des renforts principaux. Le passage de la

position verticale à la position horizontale et vice versa, se fait dans la partie courbe de la coque, autour de la position (60), ce qui implique dans cette zone des renforts transversaux cintrés pour suivre la courbure de la coque tout en assurant le guidage du chariot. La presse peut ainsi atteindre et former les mailles horizontales du fond du navire, sous réserve qu'elles aient les mêmes dimensions principales que les mailles des bordés. La presse et son chariot sont ensuite ressortis et introduits dans une autre travée.

En se référant à la figure 11, celle-ci représente en coupe transversale la double coque et les citernes d'un navire intégrant une coque extérieure (1) renforcée par des renforts principaux longitudinaux (2), transversaux (5), secondaires (4) et une coque intérieure (7) renforcée par les renforts principaux longitudinaux (6), et transversaux (3). De plus la coque intérieure est raidie à chaque maille, entre les renforts principaux, par quatre nervures (8), (9), (10) et (11) selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

En se référant à la figure 12, est identique à la figure 11 sauf que la coque extérieure (1) est partiellement formée pour les mailles émergées par quatre nervures (12), (13), (14) et (15) selon un mode préféré de l'invention comme représentée sur la figure 3.

La présente invention trouve surtout son application pour les navires à double coque destinés au transport de produits liquides comme les pétroliers. Elle permet de supprimer les renforts secondaires de la coque intérieure qui représentent sur un gros pétrolier environ 6 % du poids de la coque et 20 % du nombre de pièces de coque à assembler. L'économie est significative sur le coût de construction mais aussi sur les coûts d'entretien car la surface intercoque à entretenir et à surveiller est

réduite de 30 %. Cette surface est critique car exposée à la corrosion par l'eau de mer de ballastage. De plus cet allègement permet le transport d'environ 0,7% de cargaison supplémentaire et ce, pour la vie du navire.

## REVENDECATIONS

1. Navire à double coque caractérisé en ce qu'une au  
5 moins des deux coques est, partiellement ou sur toute sa  
surface, entre les mailles des raidisseurs principaux,  
mise en forme suivant un profil particulier après  
assemblage des deux coques intérieure et extérieure.

10 2. Navire à double coque selon la revendication 1  
caractérisé par une au moins de ses coques, partiellement  
ou sur toute sa surface, nervurée suivant les diagonales  
des mailles de la structure principale, sans en atteindre  
les noeuds, ni les zones centrales.

15 3. Navire à double coque selon la revendication 1  
caractérisé en ce que la mise en forme d'une ou des deux  
coques, partiellement ou sur toute sa surface, est  
obtenue par la pression d'outils, qui prennent appui sur  
20 les faces opposées des deux coques entre les raidisseurs  
principaux, et qui sont écartés par une presse jusqu'à  
obtenir la déformation permanente des tôles.

4. Navire à double coque selon les revendications 1  
25 et 3 caractérisé en ce que l'effort d'écartement des deux  
coques, lors de leur mise en forme, n'excède pas la  
résultante des forces des pressions hydrostatiques  
exercées sur la maille considérée en cours d'exploitation  
du navire.

30 5. Navire à double coque selon les revendications 1  
et 3 caractérisé en ce que les raidisseurs principaux  
longitudinaux ou transversaux ont leurs ailes aménagées  
en chemin de roulement pour le chariot porte presse .

6.Navire à double coque selon les revendications 1 et 3 dont seulement une des coques est mise en forme, caractérisé en ce que l'outillage de forme est monté sur structure liant les corps des vérins principaux, alors que la ou les plaques de répartition de charges sont liées aux tiges des mêmes vérins.

7.Navire à double coque selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que les nervures sont obtenues par pression sur la face interne de la coque de quatre couteaux, disposés parallèlement aux diagonales de la maille considérée, et dont leur longueur est d'environ le tiers de la longueur de la diagonale de la maille.

8.Navire à double coque selon les revendications 1 et 7 caractérisé en ce que les couteaux de la presse sont articulés vers leur milieu suivant un axe parallèle à la coque et un autre axe perpendiculaire à la coque, ou autour d'une rotule.

9.Navire à double coque selon les revendications 1 et 3 caractérisé en ce que les dimensions principales des mailles de la structure principale des bordés et du fond sont identiques.

10.Navire à double coque selon les revendications 1, 3 et 5 caractérisé en ce que les raidisseurs transversaux des zones gauches de liaison du fond horizontal et des bordés verticaux sont cintrées avec leur ailes aménagées en chemin de roulement pour le chariot porte presse.

1/8

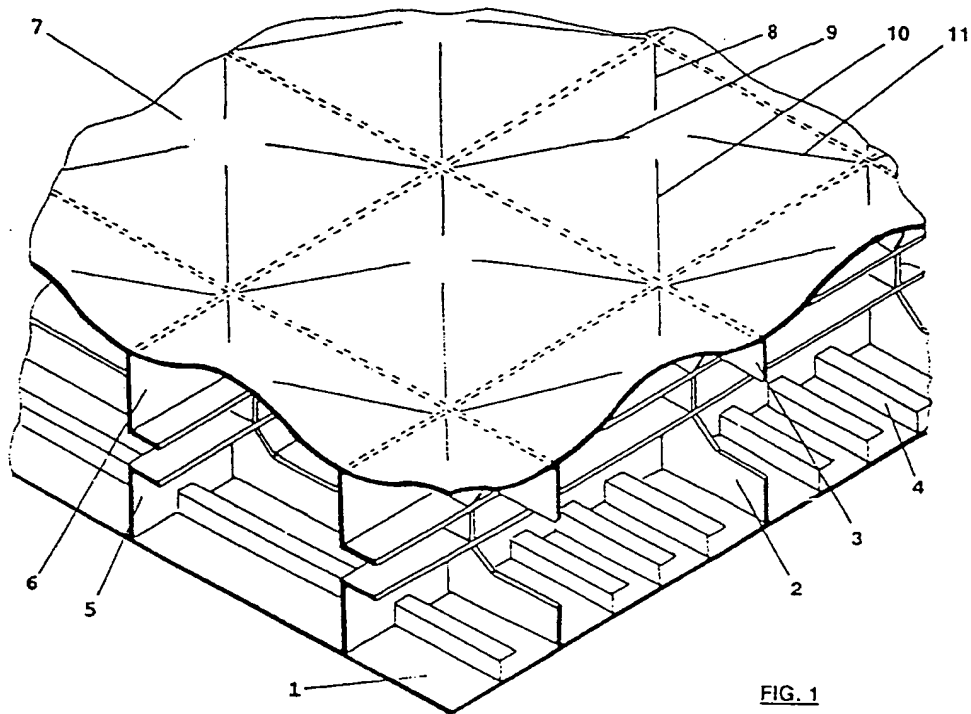


FIG. 1

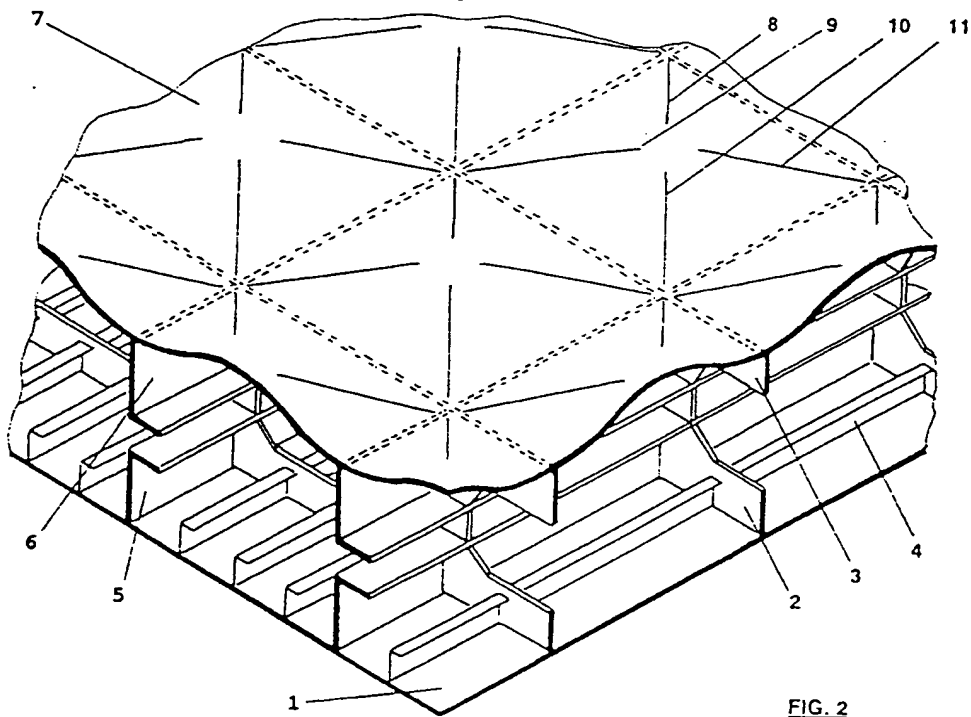


FIG. 2



2/8

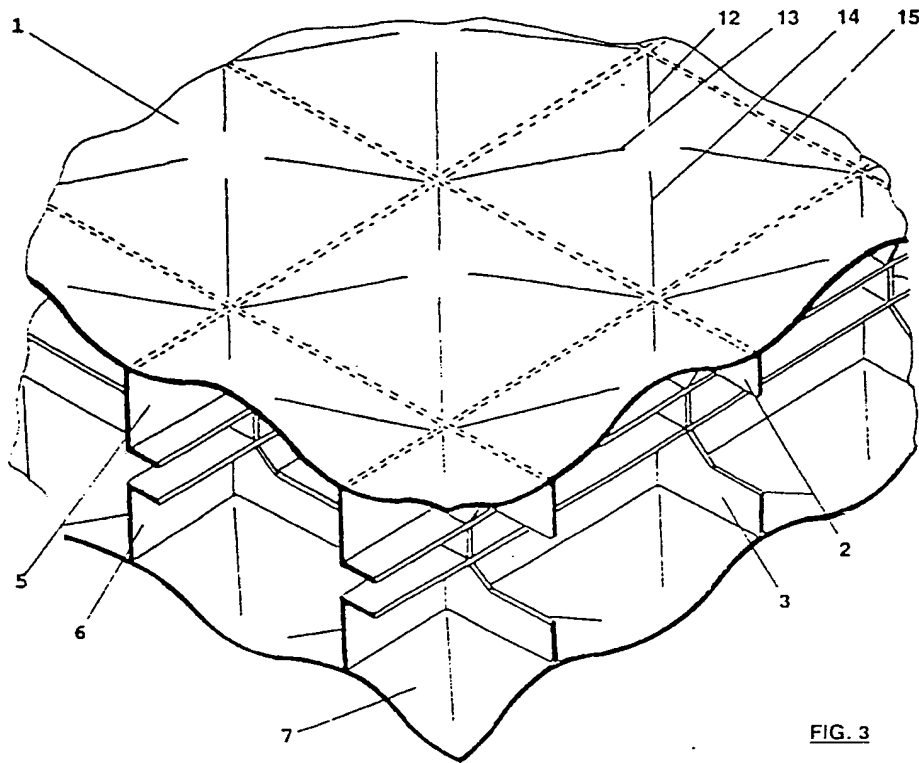


FIG. 3

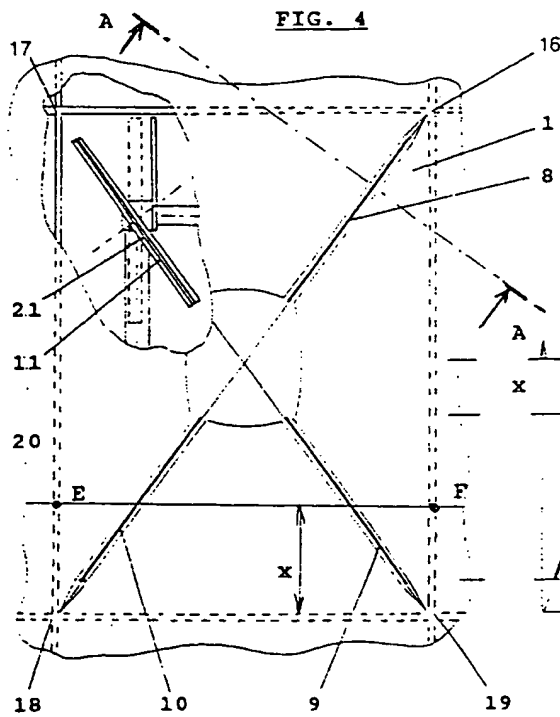


FIG. 4

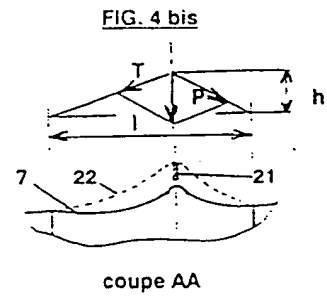


FIG. 4 bis

coupe AA

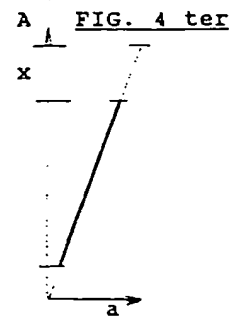
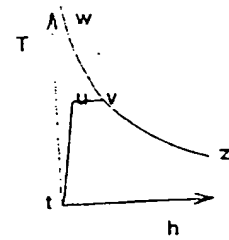
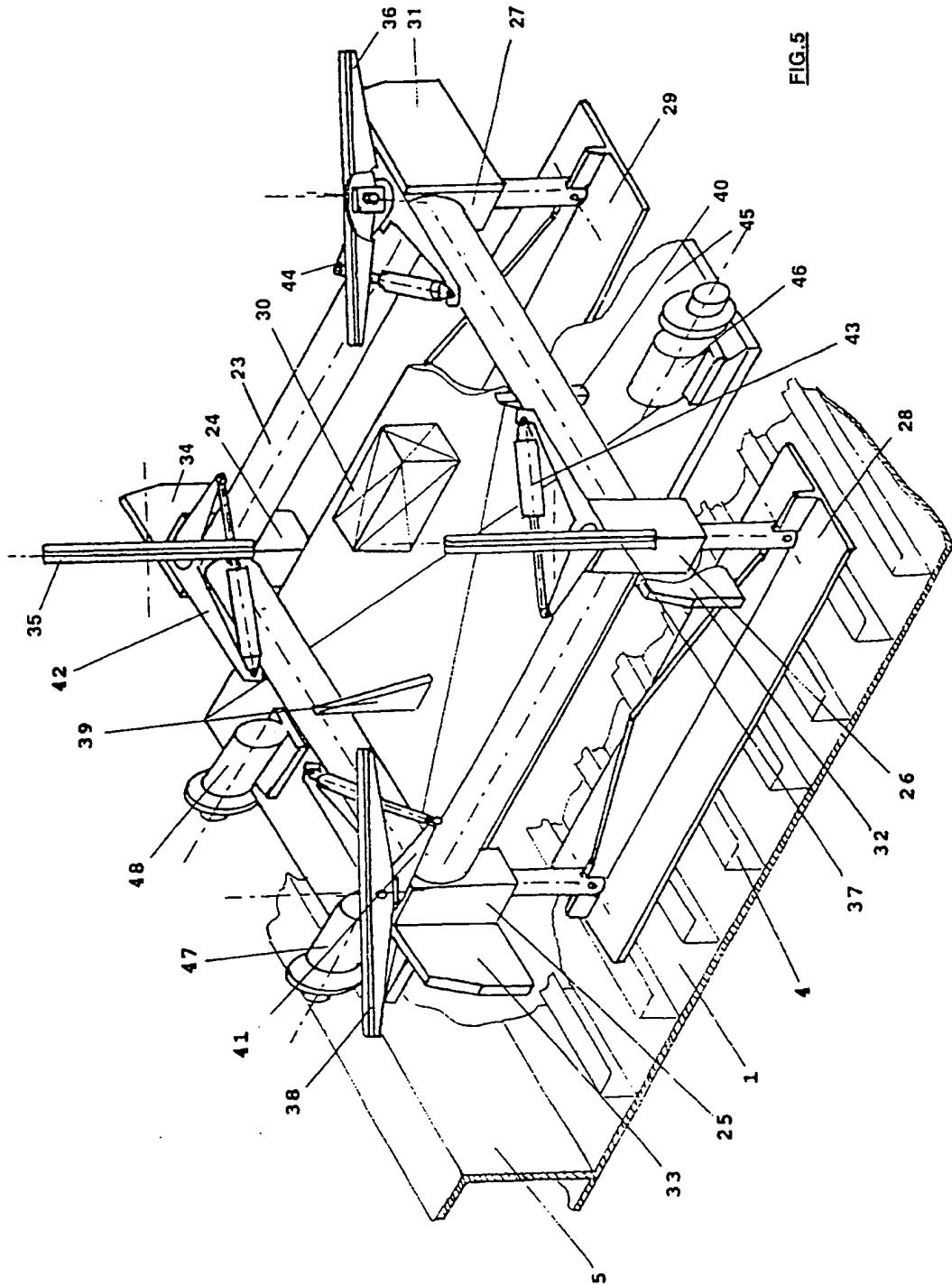


FIG. 4 ter





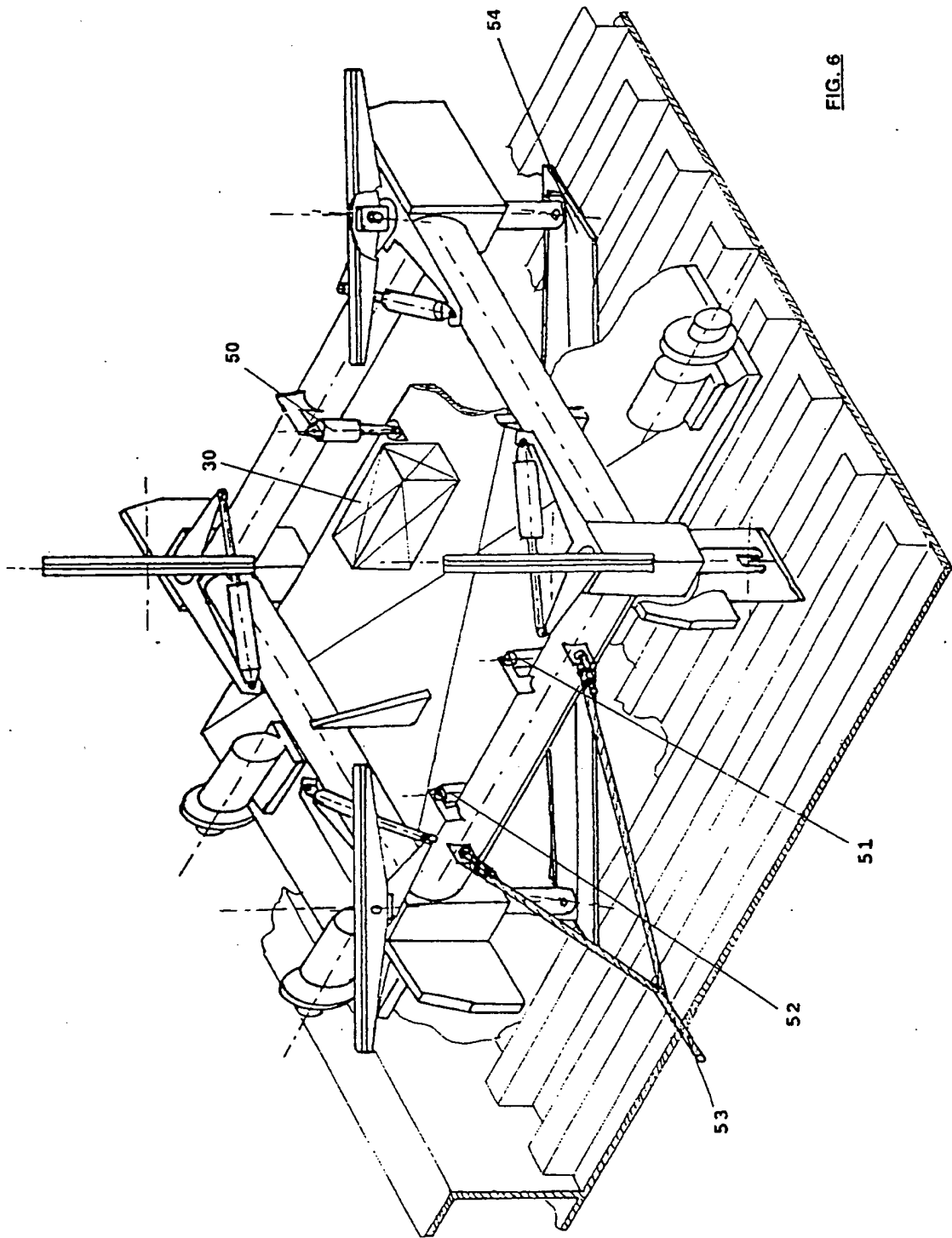
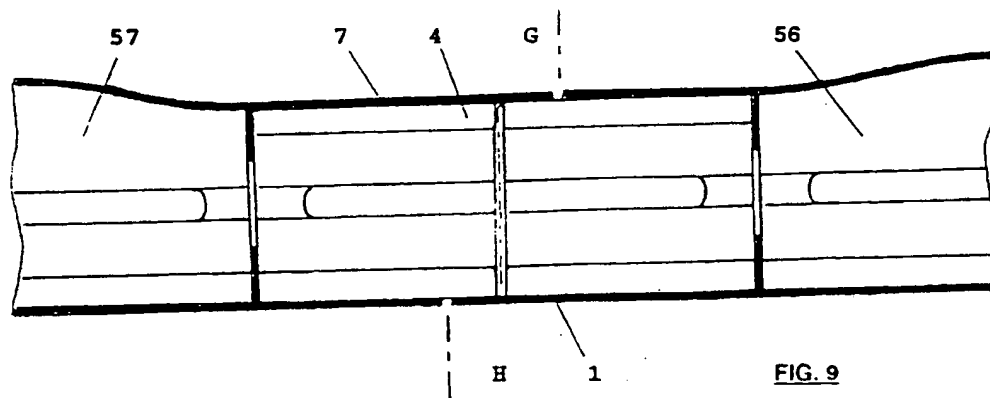
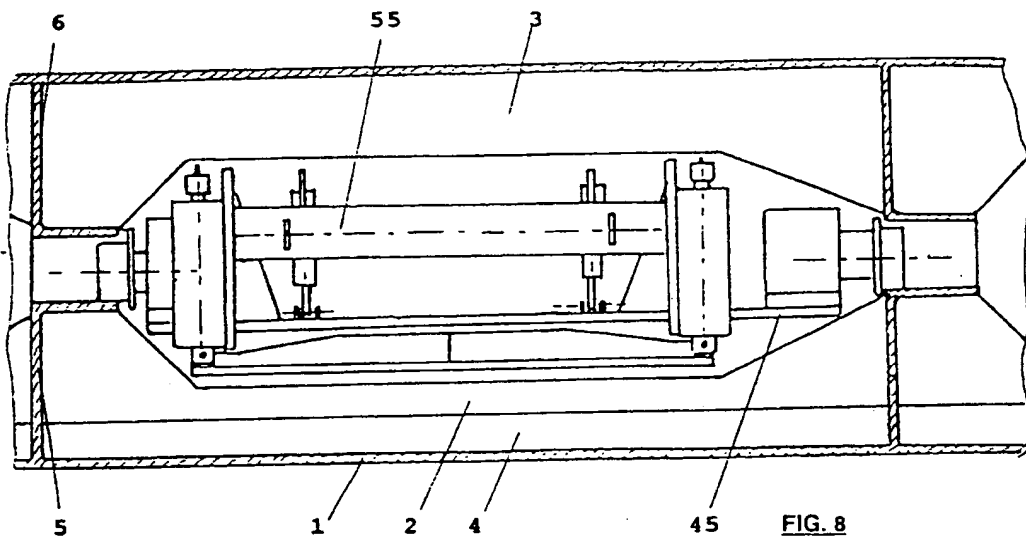
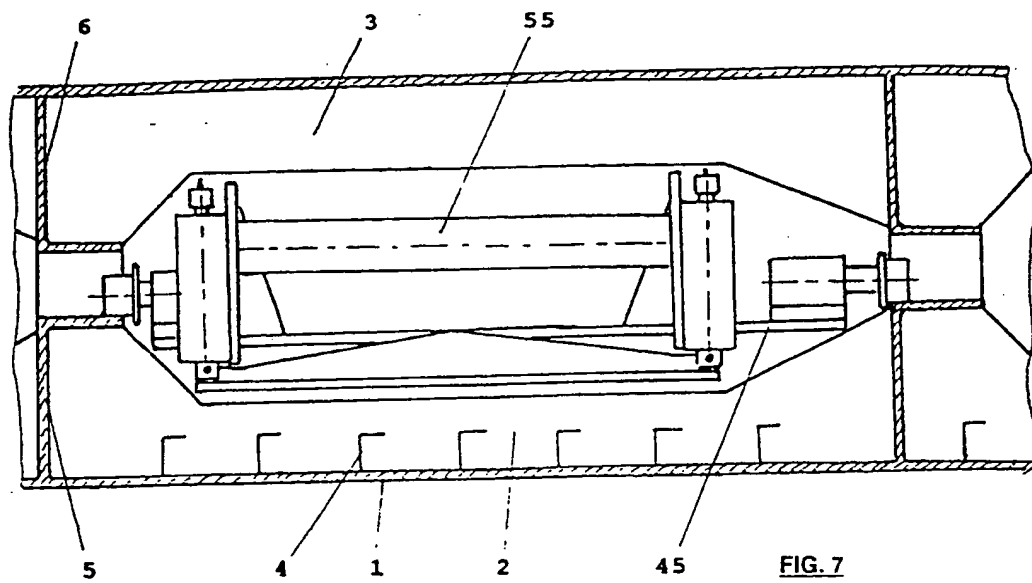


FIG. 6



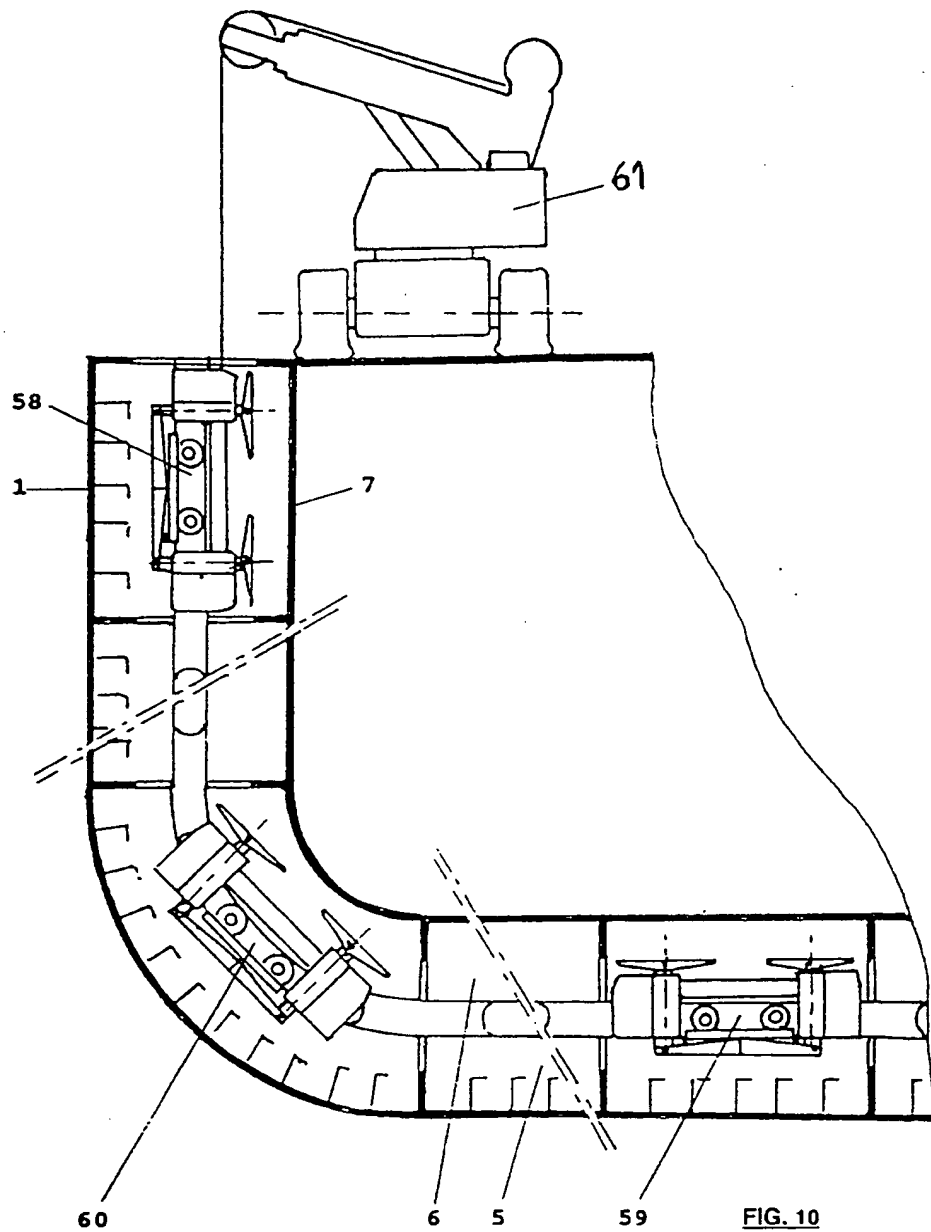


FIG. 10

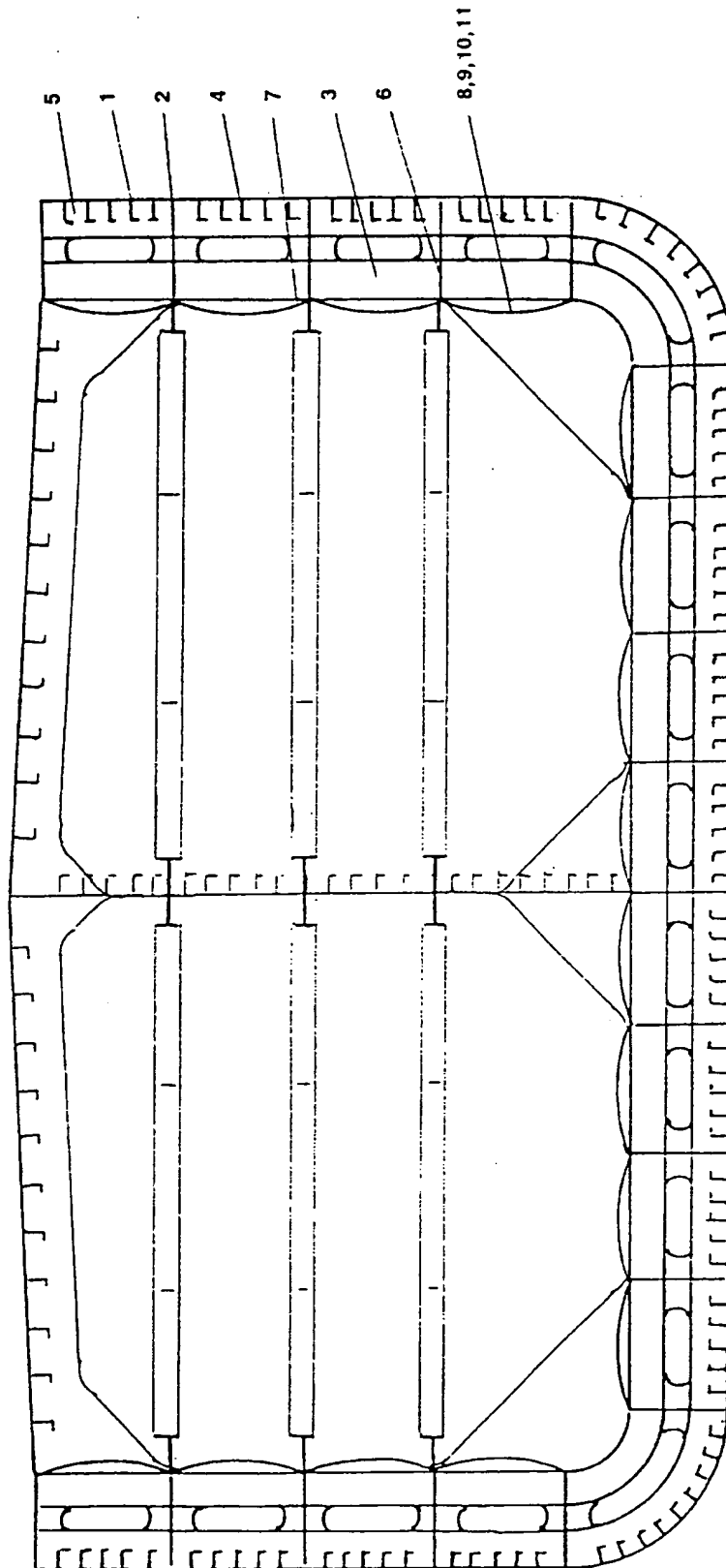


FIG. 11

8/8

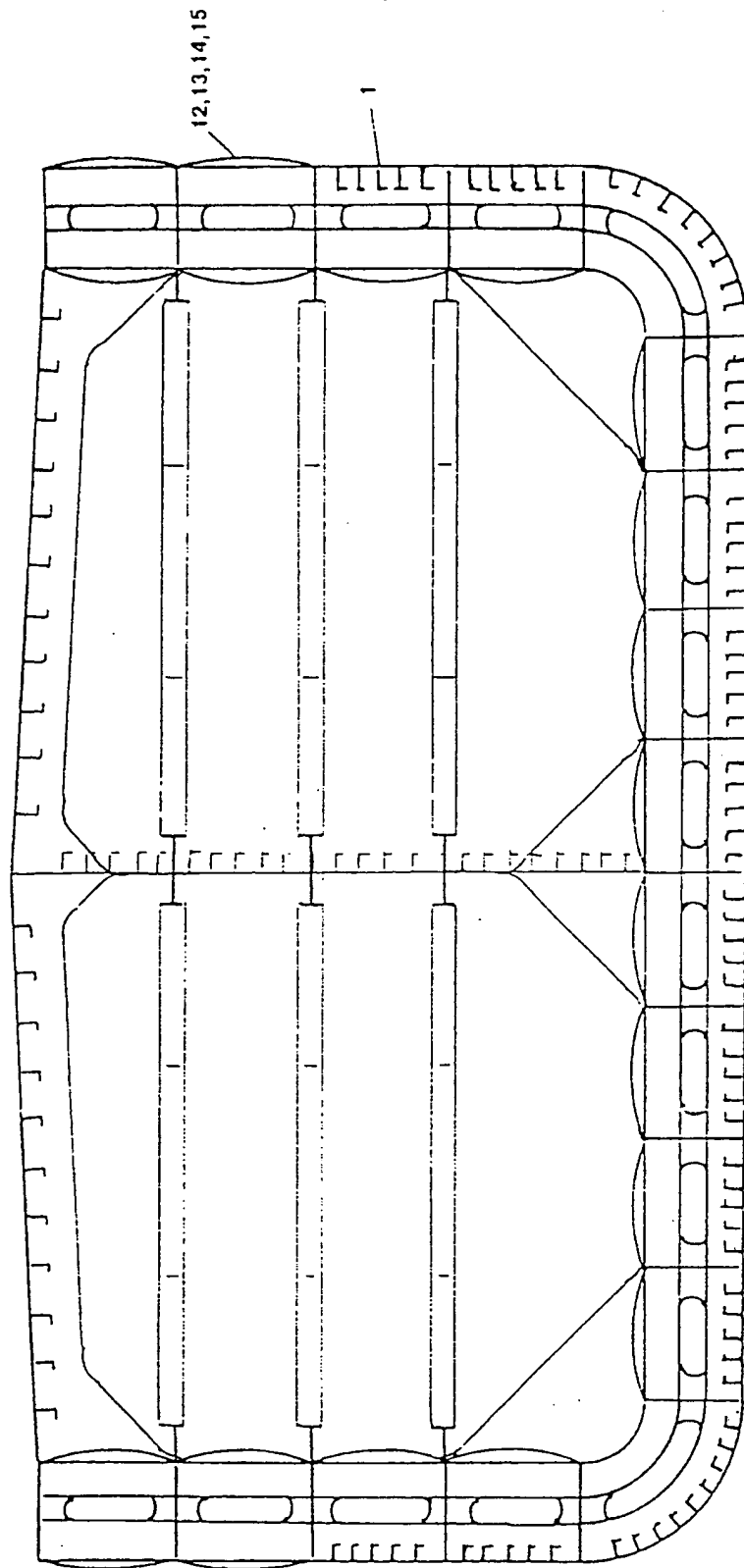


FIG. 12

